

МЕТОДИКА СТРУКТУРИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

И.А. Соколова («НижегородТИСИЗ», Нижний Новгород)

В 1992 г. окончила факультет геофизических методов поиска и разведки месторождений полезных ископаемых Санкт-Петербургского горного института им. Г.В. Плеханова по специальности «горный инженер-геофизик». После окончания института работала в ФГУ ГП «Волгагеология». С 2004 г. работает в ОАО «НижегородТИСИЗ», в настоящее время — ведущий инженер-геолог.

В крупных городах безаварийное строительство возможно только при наличии полной информации об инженерно-геологических условиях территории на всех стадиях строительного процесса.

При активной реконструкции города и достаточной изученности территории, необходима систематизация уже накопленных данных. При этом ценность геологической информации возрастает в том случае, если она увязана с планово-высотным расположением сооружений, фундаментов, подземных коммуникаций. При этом возникают два типа задач: связанные со сбором, организацией и хранением данных; анализа, интерпретации и построения цифровых моделей инженерно-геологических карт.

Базовыми элементами информационного моделирования геологических карт являются: цифровая картографическая основа, первичные геологические данные, производные данные материалов предшественников.

Цифровая картографическая основа является несущей конструкцией моделирования. Она должна сохранять преем-

ственность от масштаба к масштабу.

Первичная геологическая информация обеспечивает возможность создания компонентов модели в полном объеме полевых наблюдений. При этом данные должны иметь надежную координатную привязку и структурироваться по единым законам и понятиям.

Производные данные материалов предшественников — это результаты обработки и интерпретации первичных данных, представленные цифровыми моделями карт геологического содержания, формализованными описаниями их легенд и геологических объектов, результатами обработки геофизических, геохимических, гидрогеологических данных.

Компоненты геологической среды, применяемые для информационного моделирования, состоят из набора признаков в каждой точке. При инженерно-геологических изысканиях под строительство такими точками являются скважина, дудка, шурф, точки статического зондирования и геофизических наблюдений. По комплексу геолого-геофизических данных требуется оценить распределение числовых или номиналь-

ных свойств геологической среды и представить эти свойства в виде цифровых моделей геологического строения территории.

Перевод этого процесса в автоматизированный режим возможен при условии четкого разграничения набора операций на те, которые будут автоматизированы, и другие, не подлежащие автоматизации по техническим причинам.

Немаловажным аспектом для построения информационных моделей карт является использование цифровых моделей геологических карт предшественников, увязанных с современной картографической основой. Необходимая информация, «снятая» с таких карт, включается в обработку.

Вопросы сбора, обработки и анализа данных по инженерным изысканиям уже несколько лет успешно решаются в ОАО «НижегородТИСИЗ». На базе программного комплекса ГИС «Карта 2005» (КБ «ПАНОРАМА») создан банк цифровых данных фонда «Инженерные изыскания» (ГИС ГЕОТОП), который позволяет проводить анализ, интерпретацию и построение векторных, растровых и матричных карт геологического

содержания, разрабатывать специализированные ГИС-приложения в среде Windows, решать типовые прикладные задачи.

▼ **Организация данных**

Система организации данных позволяет строить геологические карты, прогнозировать опасные геологические процессы (карст, оползни и т. д.), проводить поиск информации и осуществлять мониторинг геологической среды. Степень детализации информации зависит от стадии инженерных изысканий.

Для городского строительства данные, как правило, представлены в масштабе 1:500. Структура базы данных предусматривает возможность ввода инженерно-геологической информации крупно-, средне- и мелкомасштабных работ. В зависимости от вида и масштаба построения геологической карты проводится генерализация исходных данных. Например, для построения геолого-литологической карты масштаба 1:10 000 мощности каждой литологической разности грунта в точке наблюдения суммируются с учетом возраста и генезиса и записываются в отдельное поле базы данных, фрагмент которой приведен в табл. 1.

Структура данных для ввода первичной геологической информации разработана на основе существующих норматив-

ных документов для инженерных изысканий [1–5]. В точках геологической среды (выработки, статика, ВЗЗ) вводятся показатели в числовом или текстовом виде:

- общие данные (год, глубина, организация и пр.);
- условия залегания грунтов (глубина подошвы, возраст, мощность и пр.);
- характеристика грунта;
- физико-механические свойства образцов;
- химические анализы воды;
- коррозионная активность грунтов.

Для каждого вида грунта подбирается собственный набор компонентов:

- глинистые грунты — грансостав, текстура, минеральный состав, обломочность, карбонатность, примеси, включения, органика, консистенция;
- песчаные грунты — минеральный состав частиц, обломочность, примеси, зернистость, плотность сложения, степень плотности, включения, органика, степень влажности;
- обломочные грунты — вид грунта и заполнителя, прочность, плотность скелета, трещиноватость, выветрелость, включения, степень влажности;
- скальные и полускальные грунты — карбонатность, обломочность, структура, текстура, сопротивление одноосному сжатию, выветрелость, трещиноватость, плотность скеле-

та, включения, наличие полостей и пр.;

— техногенные грунты — способ укладки, однородность состава, степень и метод уплотнения, степень влажности и пр.

Расчетные компоненты физико-механических свойств образцов грунта содержат общие сведения (глубина и дата отбора, номер заказа и пр.), физические свойства, гранулометрический состав, результаты срезовых и компрессионных испытаний, относительную просадочность при нагрузках, коррозионную активность.

Расчетные компоненты для оценки подземных вод включают данные по уровням, глубине и условиям залегания, физическим свойствам, химическому составу, коррозионной активности.

При выборе расчетных параметров для характеристики геологических процессов вводятся данные по подземным и поверхностным проявлениям, времени и интенсивности проявления.

▼ **Классификатор**

Анализ методических рекомендаций и нормативных документов позволил обобщить полный комплекс геологических факторов, используемых при построении инженерно-геологических карт. Структура электронного классификатора состоит из нескольких слоев, в каждом из которых расположены характерные для данного

Фрагмент таблицы литологических свойств грунтов (LITOL.db)

Таблица 1

Суммарная мощность грунта, м	Мощность разновидности грунта, м	Геологический индекс слоя	Наименование грунта
	5	laQII-III	суглинок
12,5	7,5	laQII-III	суглинок
1,7	1,7	tQIV	насыпной грунт
1,1	1,1	edQIII	суглинок
	3,7	laQII-III	суглинок
12,2	8,5	laQII-III	суглинок

Структура классификатора		Таблица 2
Наименование слоя	Объекты	
Генетические типы	Площадные объекты наиболее характерных генетических типов четвертичных отложений Нижегородской области	
Геологические границы	Линейные стратиграфические, тектонические, гидроизогипсы	
Горные выработки	Типы геологических выработок (скважины, дудки, шурфы), точек геофизических наблюдений и статического зондирования	
Грунты	Инженерно-геологические виды полускальных, осадочных, техногенных грунтов Нижегородской области	
Геоморфология	Объекты геоморфологии и физико-геологических процессов и явлений (границы террас, овраги, оползни, карстовые воронки)	
Гидрогеология	Элементы гидрогеологии (родники, колодцы, гидрогеологические подразделения)	
Стратиграфия	Возраст четвертичных и коренных отложений	
Литологические особенности	Наиболее часто встречающиеся литологические особенности грунтов (затофованность, выветрелость, включения)	

слоя объекты. В табл. 2 приведены типы объектов, располагаемые в каждом слое.

Для каждого объекта разработан код, ключ, семантика, позволяющие осуществлять связь и проводить операции по выборке данных, построению карт, математическим расчетам. Классификаторы карт масштабов 1:10 000 и 1:500 предназначены для построения инженерно-геологических карт, соответственно, на стадиях создания генерального плана развития города, разработки проекта строительства и рабочей документации. В районах развития опасных геологических процессов при построении специализированных карт систематизируются и добавляются дополнительные объекты слоев.

База данных геологических карт предшественников, представленных в растровом или векторном виде, состоит из наборов разных по масштабу карт, схем, разрезов, идентифицированных по назначению и архивному номеру отчета.

Ввод и хранение данных

Система ввода в банк данных фонда «Инженерные изыскания» предусматривает импорт текущей геологической

информации и ввод архивной информации с бумажных носителей. Текущая геологическая информация представляет собой результаты обработки первичных полевых геологических данных программными средствами, разработанными специалистами треста. Это следующие программы: «Колонка» (создание геолого-литологической колонки для любого масштаба карт по полевым материалам), «Статика» (обработка данных статического зондирования), «Статистика» (статистическая обработка лабораторных определений физико-механических свойств образцов грунтов), «Разрез» (построение инже-

нерно-геологических разрезов как для площадок, так и для линейных объектов, в том числе трасс нефте- и газопроводов), «Лаборатория» (расчеты по результатам определений физико-механических свойств образцов, химического состава подземных вод, коррозионной активности грунтов), «Склон» (расчет устойчивости склонов естественного происхождения).

Топографо-геодезическая информация обрабатывается в программном комплексе CREDO (СП «Кредо-Диалог», Минск, Республика Беларусь).

Структура данных текущей геологической информации

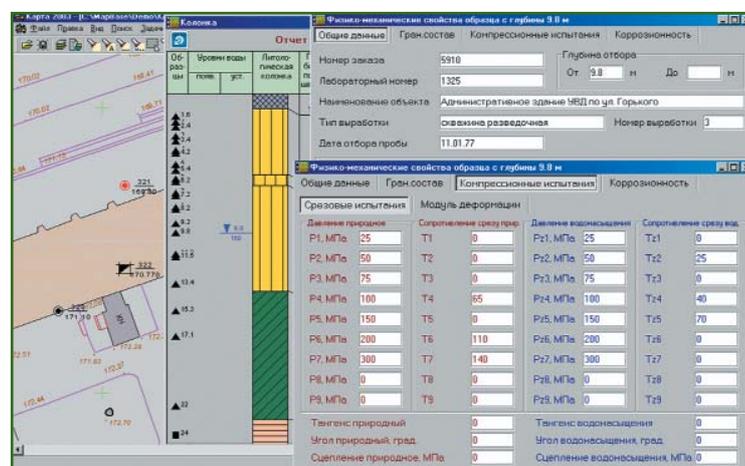


Рис. 1
Фрагмент паспорта скважины

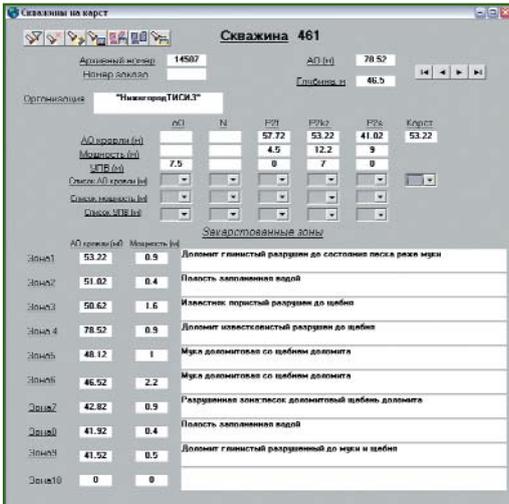


Рис. 2
Форма ввода подземных проявлений карста

ориентирована на структуру банка данных ГИС ГЕОТОП. Перевод топографической информации осуществляется с помощью конвертора.

Для ввода информации с отчетов разработаны паспорта точек наблюдений. Архивная информация анализируется, приводится в соответствие с современными нормативными документами, проверяется координатная привязка (рис. 1).

Для районов развития опасных геологических процессов, например, карстовых прояв-

ний, предусматривается ввод дополнительной информации по зонам развития карстово-суффозионных процессов в скважинах, поверхностным проявлениям карста (провалы, воронки) (рис. 2).

Карты на бумажной основе сканируются на планшетных сканерах формата А3 (А0). Отсканированные карты трансформируются, затем выполняется их координатная привязка, а также векторизация в ГИС «Карта 2005».

Хранение данных осуществляется в базе, состоящей из нескольких взаимосвязанных таблиц в формате DB. Растры геологических карт, схем, разрезов хранятся в формате RSW, а пользовательские векторные карты — в формате SIT.

▼ **Примеры использования данных**

В настоящее время в тресте проходит апробацию методика построения геолого-литологической карты по данным фонда «Инженерные изыскания». Разработана инструкция для специалистов производственно-технического отдела, проводящих работы по систематизации и обработке архивных ин-

женерно-геологических материалов [6]. На один из участков города создана информационная модель геолого-литологической карты, отражающая сведения об условиях залегания и составе грунтов, погребенных оврагах, горных выработках, топографической ситуации. Отработан принцип создания трехмерной матрицы грунтов, позволяющий оперировать геолого-топографическими данными для оценки инженерно-геологического строения территории и просматривать информацию по любому профилю, выработке (рис. 3).

На информационной модели карты-схемы кровли коренных отложений масштаба 1:5000 одного из участков города представлены сведения об абсолютных отметках залегания кровли пермских образований. При проектировании зданий и сооружений, реконструкции уже существующих объектов, аварийных ситуациях возможна оценка глубин и крутизны залегания кровли коренных грунтов под фундаментом промышленных и жилых объектов.

В настоящее время дорабатывается методика построения карты районирования по карстовой опасности. Структура данных, методика построения подробно описаны автором в журнале «Инженерная геология» [7]. Используя данные по скважинам, карстовым провалам, воронкам, условиям залегания отложений, уровням подземных вод, были выделены участки разной степени устойчивости к карстовым процессам.

Разработка методики структурирования геолого-топографических данных городской территории является основой для создания системы нормативных документов и отраслевых стандартов представления информации по топографо-ге-

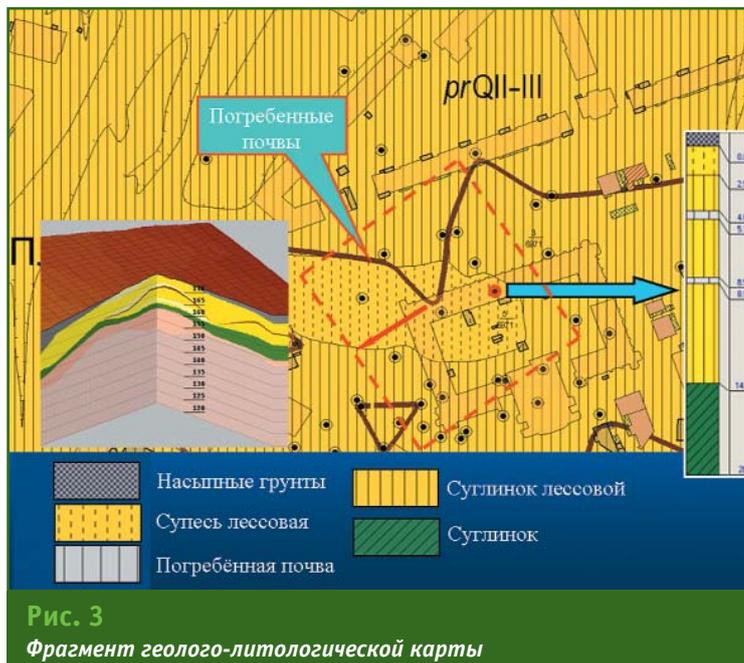


Рис. 3
Фрагмент геолого-литологической карты

одезическим, инженерно-геологическим и другим видам инженерных изысканий в едином банке данных.

Формирование банка пространственных геолого-топографических данных, информационное моделирование геологической среды городских территорий позволит:

- повысить качество, снизить стоимость и сократить сроки инженерных изысканий;
- выбрать участки наиболее благоприятные для строительства;
- осуществить проектирование защитных мероприятий от опасных геологических процессов (карст, оползни, подтопление);
- определить оптимальный тип фундамента и снизить стоимость строительных работ;
- вести мониторинг геологической и топографической сред.

▼ **Список литературы**

1. ГОСТ 25100–95. Грунты. Классификация.
2. ГОСТ 21.302–96. Условные графические обозначения в документации по инженерным изысканиям.
3. СП 11-105–97. Часть I. Общие правила производства работ.
4. СП 11-105–97. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов.
5. Инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация здания и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области (ТСН-22-308–98 НН), Нижний Новгород, 1999.
6. МИ-2.10–18 Методологическая инструкция по качеству. Раздел 2.10. Управление процессами. Методические указания по составлению геолого-

тологической карты масштаба 1:10 000 по архивным инженерно-геологическим материалам (с применением компьютерных технологий). — ОАО «НижегородТИСИЗ», 2007.

7. Соколова И.А. Применение ГИС-технологий для районирования территории Нижнего Новгорода по степени опасности карстовых процессов // Инженерная геология, май 2006 г.

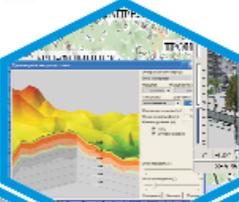
RESUME

The article considers methodological aspects of structuring geological and topological data on urban areas. This is done to present all the types of information acquired during engineering surveys in a single data base for subsequent simulating the geological environment based on the geoinformation technologies. An example of creating a databank for the engineering survey data based on the Karta-2005 GIS is given.



КБ ПАНОРАМА

www.gisinfo.ru





ГИС Карта 2005
GIS WebServer
GIS ToolKit
“Земля и Право”
Недвижимость
Блок “Геодезия”
3D-моделирование

- Геоинформационные системы и ГИС-приложения для Windows, Linux, Solaris, Pocket PC 2003, OC-PB, QNX и др.
- 3D моделирование.
- Обработка геодезических измерений и формирование землеустроительной документации.
- Земельный кадастр и Межевое дело.
- Кадастр объектов недвижимости.
- Подготовка карт к изданию.
- Программное обеспечение для разработки собственных ГИС.



КБ «ПАНОРАМА»
 Россия, 119017, г. Москва,
 Б.Толмачевский пер., дом 5, офис 1004
 Тел.: (495) 739-0245, 725-1991
 Тел./факс: (495) 739-0244
 E-mail: panorama@gisinfo.ru
 http://www.gisinfo.ru

Официальный разработчик ГИС «Карта 2005», GIS ToolKit, «Земля и Право»

Свидетельство РосПатент: 940001, 990437, 990438, 2000610135, 2000610161
 © Copyright Panorama Group 1991-2007